

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102737769 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201210214064. 2

(22) 申请日 2012. 06. 26

(71) 申请人 常州八益电缆股份有限公司

地址 213031 江苏省常州市新北区电子科技  
产业园科技大道 8 号

(72) 发明人 徐佳 段惟碌 朱洁 朱咸林  
洪启付 鲍蕾蕾

(74) 专利代理机构 常州市维益专利事务所  
32211

代理人 何学成

(51) Int. Cl.

H01B 7/17(2006. 01)

H01B 7/18(2006. 01)

H01B 7/29(2006. 01)

H01B 7/295(2006. 01)

H01B 13/00(2006. 01)

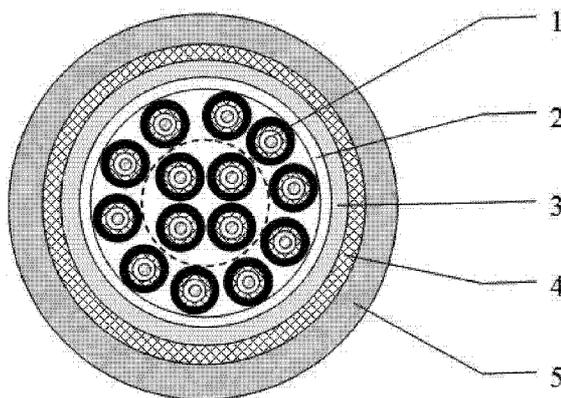
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

一种新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆

## (57) 摘要

本发明公开了一种新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,在镀锡铜导体的外周绕包有锻烧白云母带,所述锻烧白云母带的外周由内向外挤包绝缘层,所述绝缘层线芯的缆芯的外周绕包一层绕包带,所述绕包带的外周挤包有低烟无卤高阻燃隔氧层,低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35,所述低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编织一层总屏蔽层,所述总屏蔽层的外周挤包有外护套。本发明的电缆的耐火等级可以达到 950—1000℃,在高温下其耐火层不会脱落,同时电缆耐冲击振动仍保持耐火性能。



1. 新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,其特征在于,在镀锡铜导体的外周绕包有锻烧白云母带,所述锻烧白云母带的外周由内向外挤包绝缘层,所述绝缘层的外周绕包一层绕包带,所述绕包带的外周挤包有低烟无卤高阻燃隔氧层,低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35,所述低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编织一层总屏蔽层,所述总屏蔽层的外周挤包有外护套。

2. 根据权利要求 1 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,其特征在于,所述锻烧白云母带与绝缘层之间设有玻纤纱层,该玻纤纱层以编织的方式固定在锻烧白云母带的外周。

3. 根据权利要求 1 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,其特征在于,所述锻烧白云母带由锻烧白云母纸、单层无碱玻纤布为补强材料,用耐高温有机硅胶粘合而成。

4. 根据权利要求 3 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,其特征在于,所述锻烧白云母带的用量为  $170\text{—}190\text{g}/\text{m}^2$ ,其中锻烧云母的含量为  $120\text{—}130\text{g}/\text{m}^2$ ,单层无碱玻纤布含量为  $30\text{—}34\text{g}/\text{m}^2$ ,耐高温有机硅胶含量为  $20\text{—}26\text{g}/\text{m}^2$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,其特征在于,所述外护套为热固性的低烟无卤阻燃聚烯烃的外护套。

6. 一种新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆的制造方法,其特征在于,依次包括以下步骤:首先在镀锡铜导体的外周绕包锻烧白云母带,接着在锻烧白云母带的外周挤包绝缘层后进行辐照交联;然后在绝缘层的外周绕包一层绕包带;接着在绕包带的外周挤包一层低烟无卤高阻燃隔氧层,该低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35;然后在低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编织一层总屏蔽层;在总屏蔽层的外周挤包一层外护套后再次进行辐照交联。

7. 根据权利要求 6 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆的制造方法,其特征在于,在镀锡铜导体的外周绕包锻烧白云母带后,在锻烧白云母带的外周编织一层玻纤纱层,再在玻纤纱层的外周挤包绝缘层。

8. 根据权利要求 6 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火电缆的制造方法,其特征在于,所述锻烧白云母带由锻烧白云母纸、单层无碱玻纤布为补强材料,用耐高温有机硅胶粘合而成。

9. 根据权利要求 8 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆的制造方法,其特征在于,所述锻烧白云母带的用量为  $170\text{—}190\text{g}/\text{m}^2$ ,其中锻烧云母的含量为  $120\text{—}130\text{g}/\text{m}^2$ ,单层无碱玻纤布含量为  $30\text{—}34\text{g}/\text{m}^2$ ,耐高温有机硅胶含量为  $20\text{—}26\text{g}/\text{m}^2$ 。

10. 根据权利要求 6 所述的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆的制造方法,其特征在于,所述外护套为热固性的低烟无卤阻燃聚烯烃的外护套。

## 一种新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电缆,具体涉及一种新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆。

### 背景技术

[0002] 目前,在我国的耐火电缆设计与制造中,合成云母被广泛使用,这种云母带除具有天然云母带的特性外,其主要特点是耐热等级高。在常规场合,由这种合成云母带制造成的耐火电缆就可以满足要求。核电站用低烟无卤阻燃型耐火电缆不同于一般耐火等级 830℃ 的耐火电缆,产品要求不仅要符合 IEC 60754、IEC 61034、IEC 60332-1、IEC 60332-3-22 低烟无卤阻燃性能,而且还要求能够通过温度等级 950—1000℃,持续供火时间为 90min 的 A 类耐火试验。虽然合成云母带的耐火等级可以达到 950℃,但是,这种云母带的制造工艺是将合成云母抄制成的云母纸为主要材料,再用粘合剂将玻璃布粘贴在一面或两面而制成的。在制造过程中,必须将几个结构层次粘合在一起,在进行电缆制造或敷设的时候就有可能造成云母带的分层和脱落。

[0003] 另外,随着各种地震等不可抗力因素的存在,电缆在燃烧过程中如果发生机械振动,电缆就会失去耐火特性,而机械振动是火灾事故中发生几率极高的。同时常规云母带耐火电缆燃烧时仍有毒性气体释放,对于核电站场合,产品对低烟无卤无毒提出了特别要求。

[0004] 因此,在上述背景条件下,需要一种新型的核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击型电缆,以满足核电发展趋势的要求,保证火灾发生时电缆可以继续可靠工作。

### 发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火电缆,本发明的电缆的耐火等级可以达到 950℃,在高温下其耐火层不会脱落,同时电缆具有耐冲击性能。

[0006] 实现上述目的的技术方案如下:

[0007] 新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆,在镀锡铜导体的外周绕包有锻烧白云母带,所述锻烧白云母带的外周由内向外挤包绝缘层,所述绝缘层的外周绕包一层绕包带,所述绕包带的外周挤包有低烟无卤高阻燃隔氧层,低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35,所述低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编织一层总屏蔽层,所述总屏蔽层的外周挤包有外护套。

[0008] 采用了上述方案,本发明的电缆中采用了锻烧白云母带,锻烧白云母带中的云母过高温处理,去除了有损耐电压和耐高温性能的结晶水和杂质,增加了锻烧白云母带的稳定性。而该锻烧白云母带中有机硅树脂的含量比常规耐火云母带高出 50% 以上,锻烧白云母带在燃烧过程中低分子物挥发掉,耐高温有机硅胶在高温下与云母烧结成以  $\text{SiO}_2$  为主体结构的致密导体保护外壳,有效地提高了电缆的耐火性能,耐温可达 950 度以上。具有良好的耐压性能、高抗弯强度耐酸碱,抗辐射、无毒、良好的柔软性。锻烧白云母带绕包在导体上

时层与层之间更加紧凑、服帖，加上绕包速度匀称，角度控制适当，能有效避免云母层的脱落，确保耐火层的整体性。本发明的电缆采用了锻烧白云母带，特殊的结构设计和先进的制造工艺。产品符合核电站用电缆的低烟无卤无毒阻燃要求（满足 IEC 60754、IEC 61034、IEC 60332-1、IEC6 0332-3-22）。

[0009] 所述锻烧白云母带与绝缘层之间设有玻纤纱层，该玻纤纱层以编织的方式固定在锻烧白云母带的外周。玻纤纱层对锻烧白云母带的编织覆盖率达到 90% 以上，这种材料在经过高温灼烧后会变得更加致密，完全包覆住耐火层，即使电缆在燃烧过程中发生机械振动，也可避免锻烧白云母带脱落。本发明能够通过耐火耐冲击（GB/T19216. 31 火焰温度不低于 830℃、在持续供火时间不少于 120 分钟的时间内、施加机械冲击并施加 1kV 电压、2A 熔断器不熔断）试验要求。因此，在锻烧白云母带外周编织了玻纤纱层后，可确保在高温以及机械振动的情况下，电缆能保持正常运行。玻纤纱层对电缆的性能满足如下要求（见下表）：

[0010]

序号	项目	要求
1	比重 $\text{g}/\text{m}^2$	180
2	断裂强度 $\text{N}/20\text{mm}$	$> 500$
3	玻璃布熔点 $^{\circ}\text{C}$	$\geq 500$
4	碱金属氧化物含量 %	$< 0.8$
5	纺织型浸润剂含量 %	0.6 ~ 2.0

[0011] 所述锻烧白云母带由锻烧白云母纸、单层无碱玻纤布为补强材料，用耐高温有机硅胶粘合而成。与合成云母带纸相比，锻烧云母纸采用的是耐高温等级高的云母原料，又经高温去除了结晶水和杂质，因而锻烧云母纸的耐温等级达到合成云母纸标准的同时，柔软性和稳定性要比合成云母纸更好，与金云母带纸相比，锻烧云母纸不仅耐高温等级更高，而且介电强度波动范围更小，耐电压性能更好。

[0012] 所述锻烧白云母带的用量为  $170\text{—}190\text{g}/\text{m}^2$ ，其中锻烧云母的含量为  $120\text{—}130\text{g}/\text{m}^2$ ，单层无碱玻纤布含量为  $30\text{—}34\text{g}/\text{m}^2$ ，耐高温有机硅胶含量为  $20\text{—}26\text{g}/\text{m}^2$ 。各种云母带中起耐火绝缘作用的主体是云母，云母含量越高越有利提高耐火电缆的耐火性能。采用单面玻纤布补强的云母带具有云母含量高、同比成本低、性能更稳定的优势，而且单面云母带相对双面或三合一补强云母带而言，接头更易处理，搭接处的厚度仅略有增加，注塑时外观更加平滑、服帖，从而有利于提高后道注塑工艺的工作效率。

[0013] 所述外护套为热固性的低烟无卤阻燃聚烯烃的外护套。这种外护套具备很好的阻燃性能以及良好的机械性能，良好的机械性能也保证了电缆 60 年的设计寿命，符合核电站用电缆的要求。性能满足如下要求：

[0014]

序号	项目	单位	要求*
1	机械性能		
1.1	老化前机械性能		
	抗张强度 $\geq$	N/mm <sup>2</sup>	9.0
	断裂伸长率 $\geq$	%	150
1.2	空气烘箱老化后机械性能		
	老化温度	°C	120 $\pm$ 2
	老化时间	h	240
	抗张强度变化率 $\leq$	%	$\pm$ 25
	断裂伸长率变化率 $\leq$	%	$\pm$ 25
2	燃烧性能		
2.1	pH 值 $\geq$		4.3
2.2	电导率 $\leq$	$\mu$ S/mm	10
2.3	卤含量 $\leq$	mg/g	5
2.4	毒性指数 $\leq$		2.5
2.5	电缆烟浓度试验 $\geq$	%	70

[0015] 新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火电缆的制造方法,首先在镀锡铜导体的外周绕包锻烧白云母带,接着在锻烧白云母带的外周挤包绝缘层后进行辐照交联;然后在绝缘层的外周绕包一层绕包带;接着在绕包带的外周挤包一层低烟无卤高阻燃隔氧层,该低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35;然后在低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编制一层总屏蔽层;在总屏蔽层的外周挤包一层外护套后再次进行辐照交联。

[0016] 在镀锡铜导体的外周绕包锻烧白云母带后,在锻烧白云母带的外周编织一层玻纤纱层,再在玻纤纱层的外周挤包绝缘层。

[0017] 所述锻烧白云母带由锻烧白云母纸、单层无碱玻纤布为补强材料,用耐高温有机硅胶粘合而成。

[0018] 所述锻烧白云母带的用量为 170—190g/m<sup>2</sup>,其中锻烧云母的含量为 120—130g/m<sup>2</sup>,单层无碱玻纤布含量为 30—34g/m<sup>2</sup>,耐高温有机硅胶含量为 20—26g/m<sup>2</sup>。

[0019] 所述外护套为热固性的低烟无卤阻燃聚烯烃的外护套。

[0020] 本发明的电缆的性能特征如下:

- [0021] 1、在电缆额定或最高运行温度 90℃时,电缆的正常使用寿命为 60 年以上。
- [0022] 2、电缆通过 IEC 60331-2、GB/T 19216. 31/IEC 60331-1 耐火耐冲击试验。
- [0023] 3、电缆通过 3500V/5min,6D 弯曲后耐压试验。
- [0024] 4、电缆卤酸气体测定 :pH 值 $\geq$  4. 3, 电导率 $\leq$  10  $\mu$  s/mm, 烟密度透光率 $\geq$  70%。
- [0025] 5、成品电缆燃烧试验通过 IEC60332-3-22 及 IEC60332-1 单根垂直燃烧试验。
- [0026] 6、电缆的耐辐照剂量不小于 25Mrad。

#### 附图说明

- [0027] 图 1 为本发明的电缆的结构示意图 ;
- [0028] 图 2 为电缆中缆芯的结构示意图 ;
- [0029] 附图中,1 为缆芯,11 为镀锡铜导体,12 为锻烧白云母带,13 为绝缘层,14 为玻纤纱层,2 为绕包带,3 为隔氧层,4 为总屏蔽层,5 为外护套。

#### 具体实施方式

[0030] 参照图 1 和图 2,本发明的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆。在镀锡铜导体 11 的外周绕包有锻烧白云母带 12,所述锻烧白云母带 12 的外周由内向外挤包绝缘层 13,锻烧白云母带 12 与绝缘层之间设有玻纤纱层 14,该玻纤纱层以编织的方式固定在锻烧白云母带的外周。由镀锡铜导体 11、锻烧白云母带 12、玻纤纱层 14 以及绝缘层 13 构成本发明中电缆的缆芯 1。所述锻烧白云母带由锻烧白云母纸、单层无碱玻纤布为补强材料,用耐高温有机硅胶粘合而成。所述锻烧白云母带的用量为 170—190g/m<sup>2</sup>,其中锻烧云母的含量为 120—130g/m<sup>2</sup>,单层无碱玻纤布含量为 30—34g/m<sup>2</sup>,耐高温有机硅胶含量为 20—26g/m<sup>2</sup>。所述绝缘层的外周绕包一层绕包带 2。所述绕包带的外周挤包有低烟无卤高阻燃隔氧层 3,电缆的燃烧特性主要取决于隔氧层 3 的性能,不仅需要有很高的氧指数,还必须具备很好的结壳性能,通过反复的比对分析,本发明中的低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35。所述低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编制一层总屏蔽层 4,所述总屏蔽层的外周挤包有外护套 5。外护套为热固性的低烟无卤阻燃聚烯烃的外护套。本发明采用了锻烧白云母带后,与其他云母带的一些性能比较如下 :

[0031]

	800℃	900℃	1000℃
金云母带	1.3MΩ—1.8MΩ	0.3MΩ—0.6MΩ	<0.03MΩ
		1kV 5min 不击穿	
	绕包层紧密完好, 表面少量白色硅粉, 无弹性	基本完好, 表层粉末增厚, 稍用力云母纸呈片状剥落	膨胀明显, 粉状层散落, 云母纸有龟裂纹
合成云母带	>8MΩ	>1.5MΩ	0.3MΩ—0.6MΩ
			1kV, 5min 不击穿
	完好无损, 仍显光泽	完好, 但无弹性	基本完好, 但变脆
锻烧白云母带	>8MΩ	>1.5MΩ	0.3MΩ—0.6MΩ
			1kV, 5min 不击穿
	完好无损, 仍显光泽	完好, 有一定弹性	基本完好, 烧结成硬壳

[0032] 本发明的新型核电站用低烟无卤阻燃型耐火耐冲击电缆的制造方法, 导体采用多根圆形镀锡铜导体, 符合 GB/T39562 类绞合导体要求, 并且为同心绞合, 保证了电缆具备一定的柔软性, 便于敷设。工艺上要防止导体跳浜, 导体要求圆整, 确保后道锻烧白云母带绕包工艺的顺利开展。选好导体后, 首先在镀锡铜导体 11 的外周绕包锻烧白云母带, 云母带以 S 和 Z 型交叉同时绕包。锻烧白云母带 12 由锻烧白云母纸、单层无碱玻纤布为补强材料, 用耐高温有机硅胶粘合而成。所述锻烧白云母带的用量为 170—190g/m<sup>2</sup>, 其中锻烧云母的含量为 120—130g/m<sup>2</sup>, 单层无碱玻纤布含量为 30—34g/m<sup>2</sup>, 耐高温有机硅胶含量为 20—26g/m<sup>2</sup>。接着在锻烧白云母带的外周挤包绝缘层 13 后进行辐照交联。在镀锡铜导体的外周绕包锻烧白云母带后, 在锻烧白云母带的外周编织一层玻纤纱层 14, 玻纤纱层对锻烧白云母带的编织覆盖率达到 90% 以上, 这种材料在经过高温灼烧后会变得更加致密, 完全包覆住耐火层, 即使电缆在燃烧过程中发生机械振动, 也可避免锻烧白云母带脱落。本发明能够通过耐火耐冲击 (GB/T19216.31 火焰温度不低于 830℃、在持续供火时间不少于 120 分钟的时间内、施加机械冲击并施加 1kV 电压、2A 熔断器不熔断) 试验要求。因此, 在锻烧白云母带外周编织了玻纤纱层后, 可确保在高温以及机械振动的情况下, 电缆能保持正常运行。再在玻纤纱层的外周挤包绝缘层 13。绝缘层 13 采用低烟无卤阻燃型交联聚烯烃, 并且采用辐照方式进行交联, 一方面保证了电缆的阻燃性能, 另一方面又增强了电缆的耐辐照性能, 符合电缆在核电站中的运行环境要求。同时, 优质的机械性能也确保了电缆在经受 90℃ 导体温度的热老化过程中, 60 年的设计寿命。绝缘挤出时采用合适的模具和挤管式工艺, 能有效保证云母层的连续性, 为通过耐火耐冲击试验做保障。然后在绝缘层的外周绕包一层绕包带; 接着在绕包带的外周挤包一层低烟无卤高阻燃隔氧层, 该低烟无卤高阻燃隔氧层的氧指数大于 35; 低烟无卤高阻燃隔氧层在挤出过程中, 采用挤压式模具挤出, 目的使低烟无卤高阻燃隔氧层紧密的包裹在缆芯上, 提高了阻燃、耐火耐冲击性能。通过上述材料选择及工艺

的保证,电缆在进行试验时,结壳性能非常优越,有效保证整根电缆的骨架结构。然后在低烟无卤高阻燃隔氧层的外周编制一层总屏蔽层;在总屏蔽层的外周挤包一层外护套后再次进行辐照交联。电缆的外护套不但要具备很好的阻燃性能还必须有良好的机械性能,因此外护套为热固性的低烟无卤阻燃聚烯烃的外护套,外护套在挤出后进行辐照交联,以保证电缆的耐辐照性能。同时,良好的机械性能也保证了电缆 60 年的设计寿命。

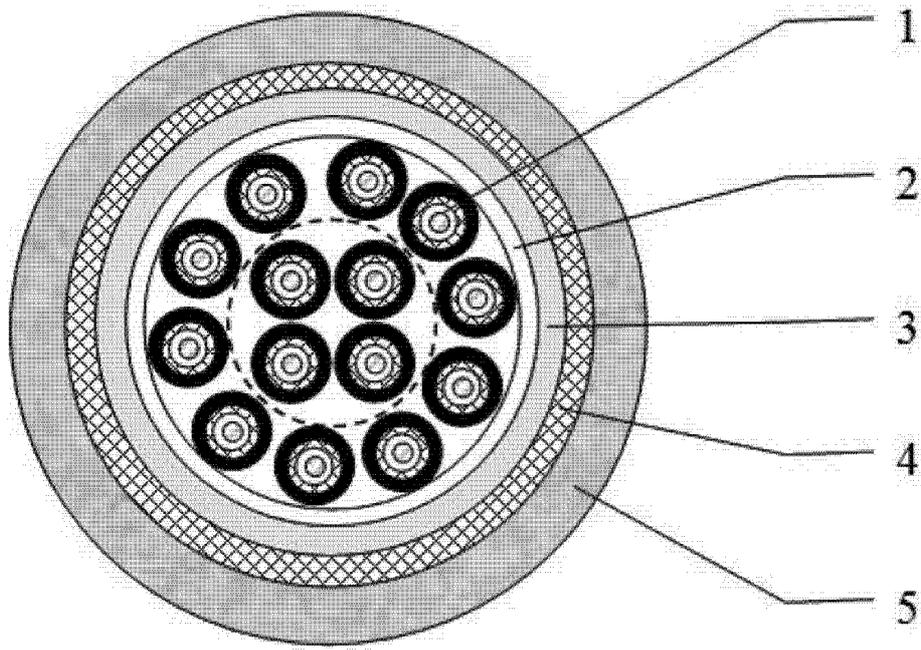


图 1

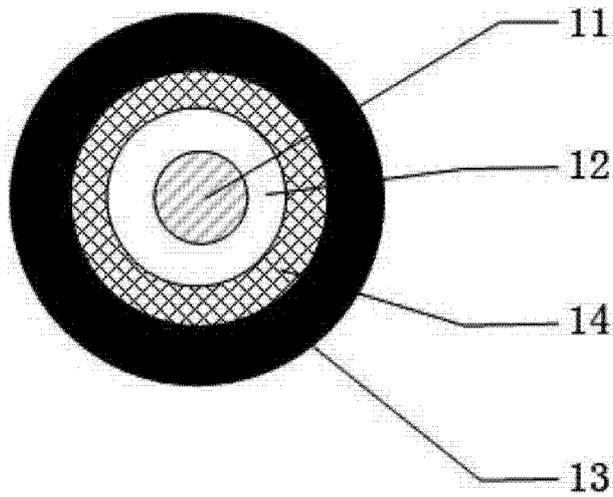


图 2